



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 1008238-7 B1



(22) Data do Depósito: 31/05/2010

(45) Data de Concessão: 06/10/2020

(54) Título: MÉTODO E MÓDULO PARA REGULAR A VELOCIDADE DE UM VEÍCULO

(51) Int.Cl.: B60K 31/00; B60W 30/14; B60W 40/06; G01C 21/32.

(30) Prioridade Unionista: 10/06/2009 SE 0950442-4.

(73) Titular(es): SCANIA CV AB.

(72) Inventor(es): OSKAR JOHANSSON; JÖRGEN HANSSON; HENRIK PETTERSSON; MARIA SÖDERGREN.

(86) Pedido PCT: PCT SE2010050591 de 31/05/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/144028 de 16/12/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 29/11/2011

(57) Resumo: MÉTODO E MÓDULO PARA REGULAR A VELOCIDADE DE UM VEÍCULO A invenção refere-se a um método para regular a velocidade de um veículo. O método compreende as etapas de: determinar um horizonte por meio de dados de posição e dados de mapa de um itinerário constituído de segmentos de rota com características de comprimento e gradiente para cada segmento; calcular valores limiares para o gradiente dos segmentos de acordo com um ou mais valores específicos do veículo, valores limiares estes que servem de limites para designar segmentos a várias categorias; comparar o gradiente de cada segmento com os valores limiares e colocar cada segmento dentro do horizonte em uma categoria de acordo com os resultados das comparações; e, para cada segmento dentro do horizonte que está em uma categoria indicando uma subida íngreme ou uma descida íngreme, o método compreende: calcular a velocidade final do veículo V_{end} após o final do segmento, baseado, entre outras coisas, na velocidade de entrada V_i para o referido segmento; e determinar a velocidade de entrada V_i para o referido segmento baseado na velocidade final calculada V_{end} para o segmento, determinação esta que é definida por regras para a categoria do referido segmento, de (...).

“MÉTODO E MÓDULO PARA REGULAR A VELOCIDADE DE UM VEÍCULO”

Campo da Invenção

[001] A presente invenção refere-se a um método e a um módulo para regular a velocidade de um veículo de acordo com a introdução das reivindicações independentes.

Antecedentes da invenção

[002] Muitos veículos, hoje em dia, são equipados com um piloto automático para tornar mais fácil para o motorista a condução do veículo. A velocidade desejada pode então ser definida pelo motorista, por exemplo, por meio de um dispositivo de controle no console do volante, e um sistema de piloto automático no veículo atua consequentemente sobre um sistema de controle de modo que ele acelere e freie o veículo com o objetivo de manter a velocidade desejada. Se o veículo estiver equipado com um sistema de câmbio automático, as marchas do veículo são trocadas de modo que o veículo possa manter a velocidade desejada.

[003] Quando se utiliza o piloto automático em terreno montanhoso, o sistema de piloto automático tentará manter uma velocidade determinada nas subidas. O resultado disso, entre outras coisas, é que o veículo acelera no topo de uma subida e possivelmente em uma descida logo em seguida, tornando necessário frear para evitar ultrapassar a velocidade determinada; esta forma de operação do veículo é pouco econômica em termos de utilização do combustível.

[004] Variando-se a velocidade do veículo em terrenos montanhosos, é possível economizar combustível se comparado ao piloto automático convencional. Isso pode ser feito de diversas formas, por exemplo, por meio de cálculos da condição atual do veículo (como no sistema Scanie Ecocruise®). Caso seja calculada uma subida, o sistema acelera então o veículo subida acima. Chegando ao final da subida, o sistema é programado para evitar a aceleração até que o gradiente tenha se nivelado no topo, contanto que a velocidade do veículo não caia abaixo de um certo nível. O ato de diminuir a velocidade no final de uma subida torna possível recuperar velocidade em uma descida subsequente sem

usar o motor para acelerar. Quando o veículo se aproxima do final de uma descida, o sistema empenha-se em usar energia cinética como impulso para a próxima subida a uma velocidade maior do que em um piloto automático comum. O sistema fornecerá facilmente aceleração no fim da descida de modo a manter o momento do veículo. Em terrenos ondulados, isso significa que o veículo inicia a próxima subida a uma velocidade maior do que a normal. O ato de evitar a aceleração desnecessária e usar a energia cinética do veículo torna possível economizar combustível.

[005] Se a topografia à frente for informada ao veículo por meio de dados de mapa e GPS, tal sistema pode se tornar mais robusto e pode também alterar a velocidade do veículo com antecedência.

[006] O pedido de patente Publicado WO 2006/107267 A1 descreve um método e um sistema para controlar a operação de um veículo com uma função de piloto automático com antecipação. Antes de o veículo começar a andar, subidas e descidas íngremes ao longo do itinerário são identificadas por pontos. As localizações dos pontos são calculadas com base em uma série de parâmetros e são armazenadas junto com o itinerário antes de o veículo começar a andar.

[007] O objetivo da presente invenção é controlar a velocidade do veículo de maneira que economize combustível em terrenos montanhosos.

Sumário da Invenção

[008] O objetivo descrito acima é alcançado de acordo com um primeiro aspecto por um método para regular a velocidade do veículo, que compreende as etapas de:

A) determinar um horizonte por meio de dados de posição e dados de mapa de um itinerário constituído de segmentos de rota com características de comprimento e gradiente para cada segmento;

B) calcular valores limiares para o gradiente dos segmentos de acordo com um ou mais valores específicos do veículo, valores limiares estes que servem de limites para designar segmentos a várias categorias;

C) comparar o gradiente de cada segmento com os valores limiares e colocar cada segmento dentro do horizonte em uma categoria de acordo com os resultados das comparações; e, para cada segmento dentro do horizonte que está colocado em uma categoria indicando uma subida ou descida íngreme, o método compreendendo:

D) calcular a velocidade final do veículo v_{end} após o final do segmento, baseado, entre outras coisas, na velocidade de entrada v_i ao referido segmento; e se a velocidade final v_{end} calculada estiver fora da faixa para a velocidade de referência atual v_{set} do veículo definida por v_{max} e v_{min} , o método realiza a etapa de

E) corrigir a velocidade de entrada v_i para o referido segmento com base na velocidade final calculada v_{end} para o segmento, correção esta que é definida por regras para a referida categoria do segmento, de modo que $v_{\text{min}} \leq v_{\text{end}} \leq v_{\text{max}}$, com a suposição de que v_i seja corrigida dentro da mesma faixa;

F) regular a velocidade do veículo de acordo com valores de ponto de ajuste de velocidade v_{ref} baseado nas velocidades de entrada v_i para cada segmento.

[009] A invenção compreende também de acordo com um segundo aspecto um módulo para regular a velocidade de um veículo, módulo este que compreende:

- uma unidade de horizonte adaptada para determinar um horizonte por meio de dados de posição recebidos e dados de mapa de um itinerário constituído de segmentos de rota com características de comprimento e gradiente para cada segmento;

- uma unidade de processador adaptada para

- calcular valores limiares para o gradiente dos segmentos de acordo com um ou mais valores específicos do veículo, valores limiares estes que servem de limites para designar segmentos a várias categorias;

- comparar o gradiente de cada segmento com os valores limiares e colocar cada segmento dentro do horizonte em uma categoria de acordo com os resultados das comparações; e, para cada segmento dentro do horizonte que está colocado em uma categoria indicando uma subida ou descida íngreme, a unidade de processador sendo adaptada para:

- calcular a velocidade final do veículo v_{end} após o final do segmento, baseado, entre outras coisas, na velocidade de entrada v_i para o referido segmento; e

- determinar a velocidade de entrada v_i para o referido segmento baseado na velocidade final calculada v_{end} para o segmento, determinação esta que é definida por regras para a categoria do referido segmento, de modo que a velocidade final do veículo v_{end} esteja dentro da faixa definida v_{max} e v_{min} para a velocidade de referência atual do veículo v_{set} , partindo da suposição de que v_i seja determinado dentro da mesma faixa;

e um sistema de controle é adaptado para regular a velocidade do veículo de acordo com valores de ponto de ajuste de velocidade v_{ref} baseado nas velocidades de entrada v_i para cada segmento.

[010] O método descrito acima alcança um algoritmo robusto e computacionalmente efetivo que gera, de forma rápida e confiável, valores de ponto de ajuste de velocidade pelos quais o sistema de controle pode controlar o veículo.

[011] Quando houver, dentro do horizonte, uma subida íngreme iminente, calcula-se, portanto, quanta velocidade o veículo supostamente perderá durante a subida. Se o resultado estiver abaixo de uma velocidade mínima v_{min} predefinida, por exemplo, pelo motorista ou pelo módulo, os valores de ponto de ajuste de velocidade v_{ref} são corrigidos para cima antes da subida, mas no máximo até v_{max} . O aumento da velocidade antes da subida resulta numa economia de tempo, pois a velocidade não irá diminuir tanto como quando se usa um controle de piloto automático tradicional, que apenas estabelece a velocidade do veículo de acordo com uma velocidade de referência v_{set} . O aumento da velocidade do veículo antes da subida, portanto, só ocorre quando for calculado que a velocidade do veículo cairá abaixo de uma velocidade mínima predefinida v_{min} .

[012] Quando houver, dentro do horizonte, uma descida íngreme iminente, o sistema calcula a velocidade prevista à qual a velocidade do veículo irá aumentar durante a descida. Se o resultado ultrapassar uma velocidade máxima v_{max} predefinida, por exemplo, pelo motorista ou pelo sistema, os valores de ponto de ajuste de velocidade v_{ref} são corrigidos para baixo antes da descida, mas no mínimo até v_{min} . A utilização da energia

potencial na descida mantendo a velocidade aumentada resulta numa economia de tempo se comparado ao piloto automático tradicional, que não pode variar a partir de seu valor de referência v_{set} . O ajuste da velocidade prevista durante a descida, portanto, só ocorre quando se prevê que o veículo atingirá uma velocidade que ultrapassa uma velocidade máxima v_{max} .

[013] À medida que a velocidade do veículo, de acordo com o método, é permitida pelo módulo diminuir até v_{min} em uma subida, com a expectativa consequente de aceleração para recuperar a velocidade perdida até depois do topo da subida, isto é, na estrada plana, o resultado é uma economia de tempo comparado à situação em que o veículo precisa manter a velocidade de referência v_{set} durante a subida, uma vez que é necessário mais combustível para manter a velocidade subida acima do que para recuperar a velocidade após a subida. Se a subida for seguida de uma descida, a velocidade pode ser mantida em uma subida de nível inferior para evitar frear na descida porque a velocidade do veículo torna-se alta demais, e o veículo usa, em vez disso, a energia potencial proveniente do seu próprio peso na descida. Se a velocidade de descida prevista for maior do que a velocidade de referência v_{set} adotada pelo motorista, a velocidade prevista pode ser mantida, permitindo ao veículo “entrar” em uma subida iminente.

[014] Concretizações preferidas são descritas nas reivindicações dependentes e na descrição detalhada.

Breve descrição dos desenhos em anexo

[015] A invenção é descrita abaixo com referência aos desenhos em anexo, nos quais: A Figura 1 representa o contexto funcional do módulo de regulação no veículo de acordo com uma concretização da invenção.

[016] A Figura 2 representa um fluxograma para o método de acordo com uma concretização da invenção.

[017] A Figura 3 ilustra o comprimento do horizonte de um sistema de controle em relação ao comprimento do itinerário para o veículo.

[018] A Figura 4 ilustra as várias velocidades previstas e as categorias dos

segmentos em uma subida íngreme.

[019] A Figura 5 ilustra as várias velocidades previstas e as categorias dos segmentos em uma descida íngreme.

[020] A Figura 6 ilustra as várias velocidades previstas e as categorias de segmentos que são continuamente atualizadas à medida que novos segmentos são adicionados ao horizonte.

[021] A Figura 7 ilustra a diferença entre a invenção e um piloto automático tradicional de acordo com uma concretização da invenção.

[022] A Figura 8 ilustra a diferença entre a invenção e um piloto automático tradicional de acordo com uma concretização da invenção.

Descrição detalhada das concretizações preferidas da invenção

[023] Informações sobre o itinerário do veículo podem ser usadas para regular sua velocidade antecipadamente a fim de economizar combustível, aumentar a segurança e o conforto. A topografia afeta significativamente o controle, em particular, do sistema de direção de veículos pesados, pois é necessário muito mais torque ladeira acima do que na descida e para tornar possível subir alguns aclives sem mudar de marcha.

[024] O veículo é provido de um sistema de posicionamento e informações de mapa, e dados de posição do sistema de posicionamento e dados de topologia das informações de mapa são usados para construir um horizonte que ilustra a natureza do itinerário. Na descrição da presente invenção, o GPS (Sistema Global de Posicionamento) é indicado para determinar dados de posição para o veículo, mas deve ser apreciado que outros tipos de sistemas de posicionamento global ou regional também são concebíveis para fornecer ao veículo dados de posição, por exemplo, sistemas que usam um receptor de rádio para determinar a posição do veículo. O veículo também pode usar sensores para varrer os arredores e, assim, determinar sua posição.

[025] A Figura 1 ilustra como uma unidade incorpora informações de mapa e GPS acerca do itinerário. O itinerário é exemplificado abaixo como uma única rota para o

veículo, mas deve ser apreciado que vários itinerários concebíveis são incorporados como informações por meio de mapas, GPS ou outros sistemas de posicionamento. O motorista também pode registrar o ponto de início e o ponto de destino da viagem pretendida, caso este em que a unidade usa dados de mapa, etc., para calcular uma rota adequada. O itinerário, ou, se houver duas ou mais alternativas possíveis, os itinerários são enviados bit a bit por CAN a um módulo para regulação dos valores de ponto de ajuste, módulo este que pode ser separado ou formar parte do sistema de controle que irá usar os valores de ponto de ajuste para regular a velocidade do veículo. Como alternativa, a unidade com mapas e um sistema de posicionamento também pode ser parte de um sistema que usa os valores de ponto de ajuste para regulação. No módulo de regulação, os bits são colocados juntos em uma unidade de horizonte para formar um horizonte e são processados pela unidade de processador para criar um horizonte interno pelo qual o sistema de controle pode regular. Se houver dois ou mais itinerários alternativos, uma série de horizontes internos é criada para as várias alternativas. O horizonte ou horizontes são então continuamente suplementados por novos bits da unidade com GPS e dados de mapa para manter um comprimento de horizonte desejado. O horizonte é, dessa forma, atualizado continuamente quando o veículo está em movimento.

[026] O CAN (Rede de Área do Controlador) é um sistema de barramento serial especialmente desenvolvido para uso em veículos. O barramento de dados CAN torna a troca de dados digital possível entre sensores, componentes de regulação, atuadores, dispositivos de controle, etc., e assegura que dois ou mais dispositivos de controle possam ter acesso aos sinais de um determinado sensor a fim de usá-los para controlar os componentes conectados a eles.

[027] A Figura 2 é um fluxograma que ilustra as etapas que o método de acordo com uma concretização da invenção compreende. O exemplo descrito abaixo se refere a apenas um horizonte, mas deve ser apreciado que dois ou mais horizontes para vários itinerários alternativos podem ser construídos em paralelo. Uma primeira etapa A) determina um horizonte baseado em dados de posição e dados de mapa de um itinerário

constituído de segmentos de rota com características de comprimento e gradiente para cada segmento. Quando o veículo está em movimento, o módulo de horizonte coloca os bits juntos para formar um horizonte do itinerário, sendo o comprimento do horizonte tipicamente da ordem de 1 a 2 km. A unidade de horizonte acompanha a posição em que o veículo se encontra e adiciona continuamente ao horizonte, de modo que o comprimento do horizonte seja mantido constante. De acordo com uma concretização, quando o ponto de destino da viagem estiver dentro do comprimento do horizonte, o horizonte não é mais adicionado, uma vez que o deslocamento para além do ponto de destino não é relevante.

[028] O horizonte é constituído de segmentos de rota que possuem características na forma de seus comprimentos e gradientes associados a eles. O horizonte, aqui, é exemplificado na forma de matriz, em que cada coluna mantém uma característica para um segmento. Uma matriz abrangendo 80 m à frente de um itinerário pode assumir a seguinte forma:

$$\begin{bmatrix} dx, & \% \\ 20, & 0.2 \\ 20, & 0.1 \\ 20, & -0.1 \\ 20, & -0.3 \end{bmatrix},$$

[029] em que a primeira coluna é o comprimento de cada segmento em metros (dx) e, a segunda coluna o gradiente em % de cada segmento. A matriz deve ser assumida de forma a significar que, para 20 metros à frente da posição atual do veículo, o gradiente seja de 0,2%, seguido de 20 metros com um gradiente de 0,1%, e assim por diante. Os valores para os segmentos e gradientes não precisam ser expressos em valores relativos, podendo, em vez disso, ser expressos em valores absolutos. A matriz é vantajosamente formada com vetores, mas pode, em vez disso, ser uma estrutura de ponteiros na forma de pacotes de dados, ou similar. Há também várias outras características concebíveis para os segmentos, por exemplo, raio de curvatura, sinais de trânsito, vários impedimentos etc.

[030] Em seguida, os segmentos dentro do horizonte são colocados em várias categorias em uma etapa B), na qual valores limiares são calculados para o gradiente de segmentos de acordo com um ou mais valores específicos do veículo, valores limiares estes que servem de limites para designar segmentos a diferentes categorias. Os valores limiares para o gradiente são calculados, de acordo com uma concretização da invenção, por um ou mais valores específicos do veículo, por exemplo, relação de transmissão atual, peso atual do veículo, curva de torque máxima do motor, fricção mecânica e/ou a resistência de deslocamento do veículo à velocidade atual. Um modelo de veículo interno ao sistema de controle é usado para estimar a resistência de deslocamento à velocidade atual. A relação de transmissão e o torque máximo são grandezas conhecidas no sistema de controle do veículo, e o peso do veículo é estimado on-line.

[031] A seguir, são apresentados exemplos de cinco categorias diferentes nas quais os segmentos podem ser colocados:

Estrada plana: Segmento com gradiente $0 \pm$ uma tolerância

Subida íngreme: Segmento com gradiente íngreme demais para o veículo manter a velocidade na marcha atual.

[032] *Subida suave:* Segmento com gradiente entre o valor de tolerância e limiar para subida acentuada.

[033] *Descida íngreme:* Segmento com um gradiente de descida tão íngreme que o veículo é acelerado pelo gradiente.

[034] *Descida suave:* Segmento com um gradiente de descida entre a tolerância negativa e o valor de limiar para descida acentuada.

[035] Para colocar os segmentos nas categorias descritas, os valores limiares são, portanto, calculados na forma de dois valores limiares de gradiente $I_{\min}$ e $I_{\max}$, em que $I_{\min}$ é o gradiente mínimo para o veículo a ser acelerado pelo gradiente de descida, e $I_{\max}$ é o gradiente máximo no qual o veículo pode manter a velocidade sem alterar a marcha na subida. Assim, a velocidade do veículo pode ser regulada de acordo com o gradiente e o comprimento da estrada à frente de modo que o veículo possa ser conduzido de forma

econômica por meio do piloto automático em terreno ondulado. Por exemplo, a tolerância para a categoria “estrada plana” está preferencialmente entre 0,05% e -0,05% quando o veículo se desloca a 80 km/h. Com base na mesma velocidade (80 km/h), $I_{\min}$ é geralmente calculado como sendo da ordem de -2 a 7%, e $I_{\max}$ geralmente de 1 a 6%. No entanto, esses valores dependem em grande medida da razão de transmissão atual (marcha + razão de eixo traseiro fixa), do desempenho do motor e do peso total.

[036] Em uma próxima etapa C), o método compara o gradiente de cada segmento com os valores limiares, e cada segmento dentro do horizonte é colocado em uma categoria de acordo com os resultados das comparações.

[037] Após cada segmento dentro do horizonte ter sido colocado em uma categoria, um horizonte interno para o sistema de controle pode ser construído com base na classificação dos segmentos e do horizonte. O horizonte interno compreende velocidades de entrada v_i para cada segmento, que são velocidades que o sistema de controle precisa respeitar. Cada segmento tem também uma velocidade final v_{end} que é igual à velocidade de entrada v_i para o próximo segmento.

[038] Para cada segmento dentro do horizonte que está em uma categoria indicando uma subida íngreme ou uma descida íngreme, o método compreende uma etapa D) para calcular a velocidade final do veículo v_{end} após o final do segmento baseado, entre outras coisas, na velocidade de entrada v_i para esse segmento; e se a velocidade final calculada v_{end} estiver fora da faixa para a velocidade de referência atual do veículo v_{set} que é definida por $v_{\max}$ e $v_{\min}$, o método realiza uma etapa E) para corrigir a velocidade de entrada v_i para aquele segmento com base na velocidade final calculada v_{end} para o segmento, correção esta que é definida por regras para a categoria do referido segmento, de modo que $v_{\min} \leq v_{\text{end}} \leq v_{\max}$, partindo-se da suposição de que v_i é corrigida dentro da mesma faixa. Portanto, v_{end} é corrigida para estar dentro da faixa para v_{set} . Se a velocidade final calculada v_{end} estiver dentro da faixa para v_{set} , o método avança para o próximo segmento dentro do horizonte em vez de corrigir a velocidade de entrada v_i e a velocidade final v_{end} de acordo com a etapa E). v_{set} é a velocidade de referência definida pelo motorista e que se deseja

manter pelos sistemas de controle do veículo dentro de uma faixa quando o veículo está em movimento.

[039] A faixa é limitada por duas velocidades $v_{\min}$ e $v_{\max}$, que podem ser definidas manualmente pelo motorista ou ser definidas automaticamente por cálculos de uma faixa apropriada, que é preferencialmente calculada no módulo de regulação. A velocidade do veículo, em seguida, é regulada em uma etapa F) de acordo com valores de ponto de ajuste de velocidade v_{ref} baseado nas velocidades de entrada v_i para cada segmento. Os valores de ponto de ajuste v_{ref} para o sistema de controle no veículo podem, portanto, ser permitidos variar entre as duas velocidades supramencionadas $v_{\min}$ e $v_{\max}$, e quando o método prognostica um horizonte interno para a velocidade do veículo, a velocidade do veículo pode então variar dentro dessa faixa.

[040] De acordo com uma concretização, uma alteração de velocidade solicitada é variada linearmente entre duas velocidades de entrada v_i para fornecer ao sistema de controle os valores de ponto de ajuste v_{ref} que ocasionam um aumento ou redução gradual na velocidade do veículo. A alteração gradual de uma mudança de velocidade resulta no cálculo de mudanças de velocidade graduais que precisam ser feitas para atingir a mudança de velocidade. Em outras palavras, obtém-se um aumento de velocidade linear por meio da variação linear. Todos os segmentos dentro do horizonte são percorridos continuamente, e à medida que novos segmentos são adicionados ao horizonte, as velocidades de entrada v_i são ajustadas conforme necessário nos segmentos, dentro da faixa da velocidade de referência do veículo v_{set} .

[041] As várias regras para as categorias de segmentos, portanto, regulam como a velocidade de entrada v_i para cada segmento deve ser ajustada. Se um segmento for colocado na categoria “estrada plana”, nenhuma alteração ocorrerá na velocidade de entrada v_i para o segmento. Para que a condução do veículo atinja tais requisitos de conforto, é necessário usar a equação de Torricelli abaixo para calcular a aceleração ou retardo constante que precisa ser aplicado ao veículo:

$$v_{\text{end}}^2 = v_i^2 + 2 \cdot a \cdot s \quad (1)$$

em que v_i é a velocidade de entrada para o segmento, v_{end} a velocidade do veículo no final do segmento, α a aceleração/retardo constante e s o comprimento do segmento.

[042] Se um segmento estiver na categoria “subida íngreme” ou “descida íngreme”, a velocidade final v_{end} para o segmento é prevista solucionando-se a equação (2) a seguir:

$$v_{end}^2 = (a \cdot v_i^2 + b) \cdot (e^{(2 \cdot \alpha \cdot s / M)} - b) / a \quad (2)$$

em que

$$a = -C_d \cdot \rho \cdot A / 2 \quad (3)$$

$$b = F_{track} - F_{roll} - F_\alpha \quad (4)$$

$$F_{track} = (T_{eng} \cdot i_{final} \cdot i_{gear} \cdot \mu_{gear}) / r_{wheel} \quad (5)$$

$$F_{roll} = flatCorr \cdot M \cdot g / 1000 \cdot (C_{rrisoF} + C_b \cdot (v_i - v_{iso}) + C_{aF} \cdot (v_i^2 - v_{iso}^2)) \quad (6)$$

$$F_\alpha = M \cdot g \cdot \sin(\arctan(\alpha)) \quad (7)$$

$$flatCorr = 1 / \sqrt{(1 + r_{wheel} / 2.70)} \quad (8)$$

[043] A velocidade final do veículo v_{end} após o final do segmento, assim, é calculada de acordo com esta concretização com base na velocidade de entrada v_i para o segmento, a força F_{track} agindo a partir do torque do motor na direção de movimento do veículo, a força F_{roll} a partir da resistência ao rolamento atuando sobre as rodas do veículo, e a força F_α atuando sobre veículo por causa do gradiente α do segmento. Além disso, C_d é o coeficiente de resistência ao ar, ρ a densidade do ar, A a maior área de seção transversal do veículo, T_{end} o torque do motor, i_{final} a marcha final do veículo, i_{gear} a relação de transmissão atual na caixa de câmbio, μ_{gear} a eficiência do sistema de marcha, r_{wheel} o raio das rodas do veículo, M o peso do veículo, C_{aF} e C_b coeficientes dependentes da velocidade relacionados à resistência de rolamento das rodas, C_{rrisoF} um termo constante relacionado à resistência ao rolamento das rodas, e V_{iso} uma velocidade ISO, por exemplo, 80 km/h.

[044] Nos segmentos na categoria “subida íngreme”, a velocidade final v_{end} é em seguida comparada com v_{min} , e se $v_{end} < v_{min}$, então v_i precisa ser aumentada de modo que

$$v_i = \min(v_{\max}, v_i + (v_{\min} - v_{\text{slut}})) \quad (9)$$

caso contrário, nenhuma alteração em v_i ocorre, uma vez que v_{end} satisfaz ao requisito de estar dentro da faixa para a velocidade de referência.

[045] Nos segmentos na categoria “descida íngreme”, a velocidade final v_{end} é comparada com $v_{\max}$, e se $v_{\text{end}} > v_{\max}$, então v_i precisa ser reduzida de modo que

$$v_i = \max(v_{\min}, v_i - (v_{\text{slut}} - v_{\max})) \quad (10)$$

caso contrário, nenhuma alteração em v_i ocorre, uma vez que v_{end} satisfaz ao requisito de estar dentro da faixa para a velocidade de referência.

[046] De acordo com uma concretização da invenção, a etapa E) também compreende determinar a velocidade de entrada v_i para o segmento de acordo com o comprimento do segmento, e a correção máxima da velocidade de entrada v_i é determinada por uma aceleração ou retardo máximo calculado de acordo com as regras para as categorias de segmento. A equação de Torricelli (1) é preferencialmente usada para calcular se é possível atingir v_{end} com a velocidade de entrada v_i com o requisito de conforto, isto é, com uma aceleração/retardo constante máximo. Se isso não for possível por causa do comprimento do segmento, v_i é reduzido ou aumentado de modo que o requisito de conforto, isto é, sem muita aceleração/retardo, possa ser mantido. O resultado é a garantia de que o veículo se deslocará confortavelmente no que diz respeito à aceleração e ao retardo.

[047] Nos segmentos na categoria “subida suave”, o valor de ponto de ajuste v_{ref} é permitido variar entre $v_{\min}$ e v_{set} quando um novo segmento é incorporado, isto é, $v_{\min} \leq v_{\text{ref}} \leq v_{\text{set}}$. Se $v_{\text{ref}} \geq v_{\min}$, nenhuma aceleração do veículo é efetuada. Se, no entanto, $v_{\text{ref}} < v_{\min}$, então v_{ref} é aplicado a $v_{\min}$, durante o segmento, ou se $v_{\text{ref}} > v_{\text{set}}$, então v_{ref} é modificado gradualmente em direção a v_{set} por meio da equação (1). Nos segmentos na categoria “descida suave”, v_{ref} pode variar entre v_{set} e $v_{\max}$ quando um novo segmento é incorporado, isto é, $v_{\text{set}} \leq v_{\text{ref}} \leq v_{\max}$, e se $v_{\text{ref}} \leq v_{\max}$, nenhum retardo do veículo é efetuada. Se, no entanto, $v_{\text{ref}} > v_{\max}$, então v_{ref} é aplicado a $v_{\max}$ durante o segmento, ou se $v_{\text{ref}} < v_{\text{set}}$, então v_{ref} é modificado gradualmente em direção a v_{set} por meio da equação (1). As cinco

categorias de segmentos acima podem ser simplificadas a três excluindo-se "subida suave" e "descida suave". A categoria "estrada plana" irá então cobrir uma faixa maior delimitada pelos valores limiares calculados $l_{\min}$ e $l_{\max}$, de modo que o gradiente no segmento tenha de ser menor do que $l_{\min}$ se o gradiente for negativo ou maior do que $l_{\max}$ se o gradiente for positivo.

[048] Quando um segmento que vem após um segmento dentro do horizonte que está na categoria "subida suave" ou "descida suave" efetua uma alteração nas velocidades de entrada para os segmentos nessas categorias, isso pode significar que as velocidades de entrada, e, portanto, as velocidades de ponto de ajuste para o sistema de controle são corrigidas e se tornam maiores ou menores do que indicado pelas regras acima para as categorias "subida suave" ou "descida suave". Isso, portanto, se aplica quando as velocidades de entrada para os segmentos são corrigidas de acordo com os segmentos subsequentes.

[049] Todas as alterações de velocidade solicitadas são, portanto, preferencialmente alteradas linearmente por meio da equação de Torricelli (1), de modo que ocorram com o requisito de conforto. Assim, é uma regra geral não elevar a velocidade de ponto de ajuste v_{ref} em uma subida, uma vez que qualquer possível aumento de velocidade de v_{ref} precisa acontecer antes de a subida começar, se o veículo for conduzido de maneira econômica. Pela mesma razão, a velocidade de ponto de ajuste v_{ref} não deve ser diminuída em um declive, uma vez que qualquer possível redução de velocidade de v_{ref} precisa acontecer antes do deslocamento na descida.

[050] A transposição contínua por todos os segmentos dentro do horizonte torna possível determinar um horizonte interno que apresenta valores de velocidade de entrada previstos v_i para cada segmento. O horizonte é preferencialmente atualizado de forma gradual de modo a ter um comprimento constante, e o horizonte interno é atualizado continuamente à medida que novos segmentos são adicionados ao horizonte, por exemplo, duas a três vezes por segundo. De acordo com uma concretização da invenção, a determinação de uma velocidade de entrada v_i envolve velocidades de entrada que ocorrem

nos segmentos anteriores sendo determinados pelas regras para as categorias de segmentos, de modo que a referida velocidade de entrada v_i possa ser satisfeita. A passagem contínua pelos segmentos dentro do horizonte envolve calcular continuamente os valores de entrada v_i para cada segmento, de modo calcular um valor de entrada v_i possa envolver precisar alterar valores de entrada tanto para frente quanto para trás no horizonte interno. Quando, por exemplo, uma velocidade prevista em um segmento está fora de uma faixa definida, é desejável corrigir a velocidade nos segmentos precedentes.

[051] Isso torna possível atingir uma velocidade desejada dentro da faixa de velocidade e, ao mesmo tempo, dirigir de maneira econômica em termos de combustível.

[052] A Figura 3 representa o horizonte interno em relação ao itinerário. O horizonte interno move-se continuamente para frente, como indicado pelo horizonte interno pontilhado movido para frente.

[053] Nas Figuras 4, 5 e 6, "LR" significa "estrada plana", "GU" significa "subida suave", "SU" significa "subida íngreme", "SD" significa "descida íngreme" e "GD" significa "descida suave".

[054] A Figura 4 ilustra um exemplo de como as velocidades no começo e no fim de cada segmento são estabelecidas de acordo com o método quando um segmento está na categoria "subida íngreme". Cada um dos segmentos representados no diagrama pode consistir de um ou mais segmentos compostos. O motorista, aqui, adotou a velocidade de referência v_{set} de 80 km/h e o motorista ou o módulo adotou velocidades mínimas e máximas de $v_{min} = 75$ e $v_{max} = 85$ km/h. Na Figura 4, a velocidade $v_i = 80$ km/h, igual à velocidade de referência v_{set} .

[055] O segmento "A" na Figura 4 é classificado como "estrada plana", resultando na predição da velocidade inalterada do veículo v_2 após o segmento. V_2 é, portanto, também 80 km/h.

[056] O segmento "B" na Figura 4 é classificado como "subida íngreme". A velocidade final v_3 para o segmento "B" é então calculada de acordo com a fórmula (2). Se v_3 for calculada como sendo menor do que v_{max} , isto é, abaixo de 75 km/h, v_3 precisa ser ajustada para cima por $v_3 - v_{min}$, mas no máximo por $v_{max} - v_2$, vide a fórmula (9).

[057] Para exemplificar isso, três velocidades finais calculadas v_3 diferentes são dadas para o veículo após o segmento "B":

1. Se v_3 for calculada como 75 km/h, isso significa nenhuma correção a partir de v_2 , isto é, $v_2 = 80$ km/h e $v_3 = 75$ km/h.
2. Se v_3 for calculada como 73 km/h, isso significa uma correção a partir de v_2 por +2 km/h, isto é, $v_2 = 82$ km/h e v_3 torna-se 75 km/h.
3. Se v_3 tiver se tornado 69 km/h, isso significa uma correção a partir de v_2 por +5 km/h, isto é, $v_2 = 85$ km/h e v_3 torna-se 74 km/h.

[058] O aumento de velocidade para v_2 depende também do comprimento do segmento "A". Usando uma aceleração ou retardo calculado que resulta na aceitação do conforto, isto é, aceleração ou retardo que não é desconfortável para o motorista, e calculando-se, com base nesta suposição, a maior velocidade de entrada v_2 que é possível, por exemplo, usando a equação de Torricelli (1), também podemos corrigir v_2 , de modo que o requisito de conforto possa ser mantido durante o segmento "A".

[059] Após uma subida, o veículo pode estar a uma velocidade menor do que a velocidade de referência v_{set} adotada pelo motorista. Esse déficit pode, por exemplo, ser realizado pelo sistema em uma subida iminente (após o segmento "C" na Figura 4).

[060] A Figura 5 ilustra um exemplo de como as velocidades no começo e no fim de cada segmento são estabelecidas de acordo com o método quando um segmento está na categoria "descida íngreme". Mais uma vez, cada um dos segmentos representados aqui no diagrama pode consistir de um ou mais segmentos compostos. A velocidade de referência v_{set} é de 80 km/h e o motorista ou o módulo adotou velocidades mínima e máxima de $v_{\text{min}} = 75$ e $v_{\text{max}} = 85$ km/h. Na Figura 5, a velocidade $v_5 = 80$ km/h, igual à velocidade de referência v_{set} .

[061] O segmento "D" na Figura 5 é classificado como "estrada plana", resultando na predição da velocidade inalterada do veículo v_6 após o segmento. v_6 , portanto, também é 80 km/h.

[062] O segmento "E" na Figura 5 é classificado como "descida íngreme". A

velocidade final v_7 para o segmento “E” é então calculada de acordo com a equação (1). Se v_7 for calculada como sendo maior do que $v_{\max}$ acima de 85 km/h, v_7 precisa ser ajustado para baixo por $v_6 - v_{\max}$, mas no máximo por $v_{\min} - v_6$. Se v_7 for calculada como sendo maior do que $v_{\max}$, isto é, acima de 85 km/h, v_6 precisa ser ajustado por $v_7 - v_{\max}$, mas no máximo por $v_{\min} - v_6$, vide fórmula (10).

[063] Para exemplificar isso, três velocidades finais calculadas v_7 diferentes são dadas para o veículo após o segmento “E”:

1. Se v_7 for calculada como 85 km/h, isso significa nenhuma correção a partir de v_6 , isto é, $v_6 = 80$ km/h e $v_7 = 85$ km/h.
2. Se v_7 for calculada como 87 km/h, isso significa uma correção a partir de v_6 por -2 km/h, isto é, $v_6 = 78$ km/h e v_7 torna-se 85 km/h.
3. Se v_7 for calculada como 91 km/h, isso significa uma correção a partir de v_6 por -5 km/h, isto é, $v_6 = 75$ km/h e v_7 torna-se 86 km/h.

[064] O aumento de velocidade para v_6 depende também do comprimento do segmento “D”, vide Figura 5. Aqui, mais uma vez, usamos um retardo calculado, por exemplo, por meio da equação de Torricelli (5), para calcular um aumento de velocidade que proporcione aceitação de conforto.

[065] Após uma descida, o veículo pode estar a uma velocidade maior do que a velocidade de referência v_{set} adotada pelo motorista. Esse excedente pode, por exemplo, ser utilizado pelo veículo em uma subida iminente (após o segmento F na Figura 5).

[066] A Figura 6 ilustra um exemplo de como as velocidades de entrada e as velocidades finais para cada segmento são determinadas no horizonte interno que, aqui, tem um comprimento de 1 a 2 km. Neste exemplo, a velocidade de referência do veículo v_{set} é de 80 km/h, $v_{\min}$ é 75 km/h e $v_{\max}$ é 80 km/h. A velocidade de entrada do veículo v_i no primeiro segmento dentro do horizonte é de 80 km/h. Como o segmento é classificado como “estrada plana”, a velocidade final v_2 para o segmento será de 80 km/h. Isso é seguido por um segmento classificado como “subida suave”, de modo que a velocidade final v_3 para ele

seja definida igual à velocidade de entrada v_2 , 80 km/h. O próximo segmento é uma “subida íngreme” para a qual a velocidade final v_4 prevista neste exemplo é de 74 km/h. Como isso está abaixo de $v_{\min}$ e as regras para as categorias de segmentos indicam que v_4 deveria ser 75 km/h, v_3 é ajustado para 81 km/h. v_2 é então também definido como 81 km/h e a equação de Torricelli (1) é usada para determinar se a mudança de velocidade de v_i (80 km/h) para v_2 (81 km/h) pode ocorrer com o requisito de conforto. Nesse exemplo isso é possível, e como o segmento após a “subida íngreme” é uma “subida suave”, v_5 é igual a v_4 , isto é, 75 km/h. Em seguida, vem um segmento classificado como “estrada plana”, e como a velocidade de referência é 80 km/h, o método de acordo com a invenção irá agora aumentar a velocidade de modo que v_6 seja 80 km/h. O método verifica se isso é possível com o requisito de conforto, e neste exemplo, a equação de Torricelli (1) indica que não é possível, uma vez que a maior velocidade final que pode ser alcançada no final do segmento é $v_6 = 77$ km/h. v_6 , portanto, é previsto como 77 km/h. O próximo segmento é uma “descida suave”, então v_7 é definido igual a v_6 , isto é, 77 km/h. Em seguida, vem um segmento classificado como “descida íngreme” e a velocidade final v_8 prevista pela fórmula (2) é de 87 km/h. Como isso excede a $v_{\max}$ de 85 km/h, v_7 tem, de acordo com as regras para a categoria, de ser corrigido por 2-km/h. Assim, v_7 torna-se 75 km/h e v_6 torna-se 75 km/h. Como v_5 já está definido para 75 km/h, nenhum aumento de velocidade entre v_5 e v_6 é necessário e, portanto, pode-se obter uma economia de combustível. Também não são necessárias alterações de velocidades para trás nos segmentos a partir de v_5 , uma vez que $v_6 = v_5$. O segmento “descida íngreme” é seguido por um segmento classificado como “descida suave”, de modo que a velocidade v_9 seja 85 km/h, igual a v_8 , de acordo com as regras para a categoria. O próximo segmento é classificado como “estrada plana”, de modo que a velocidade dependa de quais categorias de segmento as próximas seções de estrada pertencem.

[067] A velocidade de ponto de ajuste variável v_{ref} , portanto, depende de se o veículo está dirigindo-se a uma substancial:

■ Subida, caso este em que a velocidade pode possivelmente ser aumentada antes do aclave

- Estrada plana, caso este em que a velocidade pode possivelmente ser aumentada

- Descida, caso este em que uma velocidade inferior existente pode possivelmente ser mantida.

[068] O fato de que o método identifica a próxima categoria do segmento (“subida íngreme”, “subida suave”, “estrada plana”, “descida suave” ou “descida íngreme”) irá, portanto, afetar a forma em que o método varia a velocidade de ponto de ajuste.

[069] Para evitar consumir quantidades desnecessariamente grandes de combustível quando uma primeira subida íngreme ou uma primeira descida íngreme é seguida de uma subida íngreme ou uma descida íngreme dentro de uma certa distância L , uma concretização não permite tanto a aceleração quanto o retardo do veículo dentro da seção L . Somente a aceleração ou o retardo a uma velocidade desejada v_{ref} é efetuada antes do próximo auge. Esse caso é ilustrado na Figura 7 e na Figura 8. Um piloto automático convencional é representado pela linha pontilhada e um piloto automático de acordo com esta concretização pela linha pontilhada. A seção L , aqui, é calculada para cobrir uma certa distância que é menor do que um valor limiar predeterminado. O valor limiar de acordo com uma concretização é de 250 – 500 m. L pode, por exemplo, ser calculado somando-se o comprimento dos segmentos situados entre as ladeiras. Quando o veículo tiver subido a ladeira na Figura 7, v_{ref} é definida como sua velocidade desejada antes da próxima ladeira, neste caso v_{min} . Essa velocidade é, logo após, mantida por toda a seção L , isto é, até que o veículo esteja, por exemplo, em uma descida íngreme. Dessa forma, evita-se qualquer necessidade de o veículo aumentar a velocidade, uma vez que ele se empenhará em manter a velocidade v_{set} a fim de diminuir a velocidade posteriormente e, com isso, tirar vantagem da energia disponível na descida, isto é, evitando ter de frear o veículo. Quando o veículo é dirigido com o piloto automático convencional, mais energia, portanto, precisará para frear na descida, como ilustra o diagrama. V_{kfb} , aqui, representa a configuração de freio de velocidade constante, isto é, o piloto automático de freio auxiliar do veículo que atua quando o veículo é freado na descida. O veículo é freado para evitar

passar dessa configuração de velocidade. Dessa forma, é possível economizar energia mantendo uma velocidade constante durante a seção L, como ilustrado a Figura 8. Quando o veículo tiver descido a ladeira na Figura 8, v_{ref} é definida como sua velocidade desejada antes da próxima ladeira, neste caso v_{max} . Essa velocidade é, logo após, mantida por toda a seção L, isto é, até que o veículo esteja, por exemplo, em uma ladeira íngreme. Assim, evita-se qualquer necessidade de o veículo aumentar a velocidade, uma vez que o veículo se empenhará em manter a velocidade v_{set} .

[070] A presente invenção refere-se ainda a um módulo para regular a velocidade de um veículo, como representado na Figura 1. O módulo compreende uma unidade de horizonte adaptada para determinar horizonte por meio de dados de posição recebidos e dados de mapa de um itinerário constituído de segmentos de rota com características de comprimento e gradiente para cada segmento;

[071] O módulo adicionalmente compreende uma unidade de processador adaptada para realizar as etapas B) a E) como descrito acima. Um sistema de controle no veículo é adicionalmente adaptado para regular a velocidade do veículo de acordo com valores de ponto de ajuste de velocidade v_{ref} baseado nas velocidades de entrada v_i para cada segmento. O resultado é um módulo que pode ser usado em um veículo para determinar a velocidade de ponto de ajuste para um sistema de controle quando houver subidas e descidas íngremes no itinerário. O módulo pode fazer parte de um sistema de controle para o qual ele se destina para determinar valores de ponto de ajuste, ou pode ser um módulo autônomo separado do sistema de controle.

[072] Os valores específicos do veículo da relação de transmissão atual, o peso atual do veículo, o torque máximo do motor, a fricção mecânica e/ou a resistência de deslocamento do veículo à velocidade atual são preferencialmente determinados na unidade de processador. Os valores limiares podem, portanto, ser determinados com base na condição do veículo no momento. Os sinais necessários para determinar esses valores podem ser obtidos pela CAN ou podem ser detectados por sensores adequados.

[073] De acordo com uma concretização, a unidade de processador é

também adaptada para calcular a velocidade final do veículo v_{end} após o final do segmento com base na força F_{track} agindo a partir do torque do motor na direção de movimento do veículo, a força F_{roll} que é a resistência ao rolamento atuando sobre as rodas do veículo, na força F_{α} atuando sobre o veículo por causa do gradiente α do segmento, e a resistência de deslocamento. A fórmula (2) acima é preferencialmente usada, e é então possível prever a velocidade final v_{end} , fornecendo assim uma referência para poder alterar a velocidade de entrada v_i para o segmento. Assim, a velocidade do veículo pode ser regulada de acordo com a ondulação do itinerário, de modo a operar de uma forma que economize combustível.

[074] De acordo com outra concretização, a unidade de processador é adaptada para determinar a velocidade de entrada v_i para o segmento de acordo com o comprimento do segmento, pelo que a correção máxima da velocidade de entrada v_i é determinada por uma aceleração ou retardo máximo calculado de acordo com as regras para as categorias de segmento. A equação de Torricelli (1) é preferencialmente usada para calcular se é possível atingir v_{end} com a velocidade de entrada v_i com o requisito de conforto, e se isto não for possível por causa do comprimento do segmento, v_i é reduzida ou aumentada para manter o requisito de conforto, isto é, sem manter muita aceleração/retardo. Assim, assegura-se que o veículo será operado de maneira confortável no que diz respeito à aceleração e ao retardo.

[075] A unidade de processador é preferencialmente adaptada para modificar linearmente uma alteração de velocidade solicitada entre duas velocidades de entrada consecutivas v_i de modo a fornecer, ao sistema de controle, os valores de ponto de ajuste de velocidade v_{ref} gradualmente crescentes ou decrescentes. O resultado é um aumento gradual na velocidade, de modo que o veículo seja acionado sem muita aceleração ou retardo.

[076] A unidade de horizonte é preferencialmente adaptada para determinar o horizonte continuamente contanto que o horizonte não exceda um itinerário planejado para o veículo, e a unidade de processamento é preferencialmente adaptada para continuar a realizar as etapas para calcular e atualizar os valores de ponto de ajuste para o sistema de

controle para toda a extensão do horizonte interno. Em uma concretização, o horizonte é portanto construído gradualmente à medida que o veículo se desloca ao longo do itinerário. Os valores de ponto de ajuste v_{ref} são calculados e atualizados continuamente, independente de se novos segmentos são ou não adicionados, uma vez que os valores de ponto de ajuste a serem calculados dependem também de como os valores específicos do veículo mudam ao longo do itinerário. De acordo com uma concretização, a unidade de processador é adaptada, ao determinar uma velocidade de entrada v_i , para determinar também velocidades de entrada que ocorrem em segmentos anteriores dentro das regras para suas categorias, de modo que a referida velocidade de entrada v_i possa ser satisfeita. Um cálculo de um valor de entrada v_i também pode envolver alterações em valores de entrada tanto para frente como para trás no horizonte interno. Assim, é possível atingir velocidades desejadas dentro da faixa de velocidade e , ao mesmo tempo, dirigir de maneira econômica em termos de combustível.

[077] De acordo com uma concretização ilustrada nas Figuras 7 e 8, quando uma primeira subida íngreme ou uma primeira descida íngreme é seguida de uma subida íngreme ou uma descida íngreme dentro de uma certa distância L , a unidade de processador é adaptada para não permitir tanto a aceleração quanto o retardo do veículo dentro da seção L . Ou a aceleração ou o retardo a uma velocidade desejada v_{ref} é aplicada antes da próxima subida. É possível economizar combustível evitando assim um aumento na velocidade do veículo que precisaria, em seguida, ser diminuída, ou uma diminuição na velocidade que teria de ser posteriormente revertida.

[078] A presente invenção compreende também um produto de programa de computador compreendendo instruções de programa de computador para permitir que um sistema de computador em um veículo realize as etapas de acordo com o método quando as instruções de programa de computador são executadas no referido sistema de computador. As instruções de programa de computador são, de preferência, armazenadas em um meio que é legível por um sistema de computador, por exemplo, um CD ROM, memória USB, ou podem ser transmitidas sem o uso de fios ou por meios físicos ao sistema

de computador.

[079] A presente invenção não se restringe às concretizações descritas acima. Várias alternativas, modificações e equivalentes podem ser usados. As concretizações acima, portanto, não limitam o âmbito da invenção, que é definido pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para regular uma velocidade de um veículo, compreendendo:

A) determinar um horizonte por meio de dados de posição e dados de mapa de um itinerário constituído de segmentos de rota com características de comprimento e gradiente para cada segmento;

CARACTERIZADO por compreender ainda:

B) calcular valores limiares para o gradiente dos segmentos de acordo com um ou mais valores específicos do veículo, valores limiares estes que servem de limites para designar segmentos a várias categorias;

C) comparar o gradiente de cada segmento com os valores limiares e colocar cada segmento dentro do horizonte em uma categoria de acordo com os resultados das comparações; e, para cada segmento dentro do horizonte que está em uma categoria indicando uma subida ou descida íngreme, o método compreende:

D) calcular a velocidade final do veículo v_{end} após o final do segmento, baseado, entre outras coisas, na velocidade de entrada v_i para o referido segmento; e se a velocidade final v_{end} calculada estiver fora da faixa para a velocidade de referência atual v_{set} do veículo definida por v_{max} e v_{min} , o método realiza a etapa de

E) corrigir a velocidade de entrada v_i para o referido segmento com base na velocidade final calculada v_{end} para o segmento, correção esta que é definida por regras para a referida categoria do segmento, de modo que $v_{\text{min}} \leq v_{\text{end}} \leq v_{\text{max}}$, partindo da suposição de que v_i é corrigida dentro da mesma faixa;

F) regular a velocidade do veículo de acordo com valores de ponto de ajuste de velocidade v_{ref} baseado nas velocidades de entrada v_i para cada segmento.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que valores específicos do veículo são determinados pela relação de transmissão atual, pelo peso atual do veículo, pela curva de torque máxima do motor, pela fricção mecânica e/ou pela resistência de deslocamento do veículo à velocidade atual.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de

que a velocidade final do veículo v_{end} após o final do segmento é calculada com base também na força F_{track} proveniente do torque do motor na direção de movimento do veículo, a força F_{roll} que é a resistência ao rolamento atuando sobre as rodas do veículo, na força F_{α} atuando sobre o veículo por causa do gradiente α do segmento, e na resistência de deslocamento.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa E) também compreende determinar a velocidade de entrada v_i para o segmento de acordo com o comprimento do segmento, pelo que a correção máxima da velocidade de entrada v_i é determinada por uma aceleração ou retardo máximo calculado de acordo com as regras para as categorias de segmento.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que uma alteração de velocidade solicitada entre duas velocidades de entrada consecutivas v_i é realizada linearmente para fornecer ao sistema de controle valores de ajuste de velocidade v_{ref} gradualmente crescentes ou decrescentes.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que uma determinação de uma velocidade de entrada v_i envolve velocidades de entrada que ocorrem em segmentos anteriores sendo determinadas de acordo com as regras para as classes de segmentos, de modo que a referida velocidade de entrada v_i possa ser satisfeita.

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que quando uma primeira subida íngreme ou uma primeira descida íngreme é seguida de uma subida íngreme ou uma descida íngreme dentro de uma certa distância L , não se permite que haja tanto aceleração quanto retardo do veículo dentro da seção L .

8. Módulo para regular uma velocidade de um veículo, compreendendo:

- uma unidade de horizonte adaptada para determinar um horizonte por meio de dados de posição recebidos e dados de mapa de um itinerário constituído de segmentos de rota com características de comprimento e gradiente para cada segmento;

CARACTERIZADO por compreender ainda:

- uma unidade de processador adaptada para
- calcular valores limiares para o gradiente dos segmentos de acordo com um ou mais valores específicos do veículo, valores limiares estes que servem de limites para designar segmentos a várias categorias;
- comparar o gradiente de cada segmento com os valores limiares e colocar cada segmento dentro do horizonte em uma categoria de acordo com os resultados das comparações; e, para cada segmento dentro do horizonte que está em uma categoria indicando uma subida íngreme ou uma descida íngreme, a unidade de processador é adaptada para:
 - calcular a velocidade final do veículo v_{end} após o final do segmento, baseado, entre outras coisas, na velocidade de entrada v_i para o referido segmento; e
 - corrigir a velocidade de entrada v_i para o referido segmento com base na velocidade final calculada v_{end} para o segmento, correção esta que é definida por regras para a referida categoria do segmento, de modo que $v_{\text{min}} \leq v_{\text{end}} \leq v_{\text{max}}$, partindo da suposição de que v_i é corrigida dentro da mesma faixa;
- e um sistema de controle é adaptado para regular a velocidade do veículo de acordo com valores de ponto de ajuste de velocidade v_{ref} baseado nas velocidades de entrada v_i para cada segmento.

9. Módulo, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que valores específicos do veículo são determinados pela relação de transmissão atual, pelo peso atual do veículo, pela curva de torque máxima do motor, pela fricção mecânica e/ou pela resistência de deslocamento do veículo na velocidade atual.

10. Módulo, de acordo com a reivindicação 8 ou 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a unidade de processador é adaptada para calcular a velocidade final do veículo v_{end} após o final do segmento com base também na força F_{track} atuando a partir do torque do motor na direção de movimento do veículo, na força F_{roll} que é a resistência ao rolamento atuando sobre as rodas do veículo, na força F_{α} atuando sobre o veículo por causa do gradiente α do segmento, e na resistência de deslocamento.

11. Módulo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 10,

CARACTERIZADO pelo fato de que a unidade de processador é adaptada para determinar a velocidade de entrada v_i para o segmento de acordo com o comprimento do segmento, pelo que a correção máxima da velocidade de entrada v_i é determinada por uma aceleração ou retardo máximo calculado de acordo com as regras para as categorias de segmento.

12. Módulo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a unidade de processador é adaptada para modificar linearmente uma alteração de velocidade solicitada entre duas velocidades de entrada consecutivas v_i como objetivo de fornecer ao sistema de controle valores de ajuste de velocidade v_{ref} gradualmente crescentes ou decrescentes.

13. Módulo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a unidade de processador é adaptada, ao determinar uma velocidade de entrada v_i , também para determinar velocidades de entrada que ocorrem em segmentos anteriores de acordo com as regras para as classes de segmentos, de modo que a referida velocidade de entrada v_i possa ser satisfeita.

14. Módulo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a unidade de processador é adaptada, quando uma primeira subida íngreme ou uma primeira descida íngreme é seguida de uma subida íngreme ou uma descida íngreme dentro de uma certa distância L , não permitindo tanto a aceleração quanto o retardo do veículo dentro da seção L .

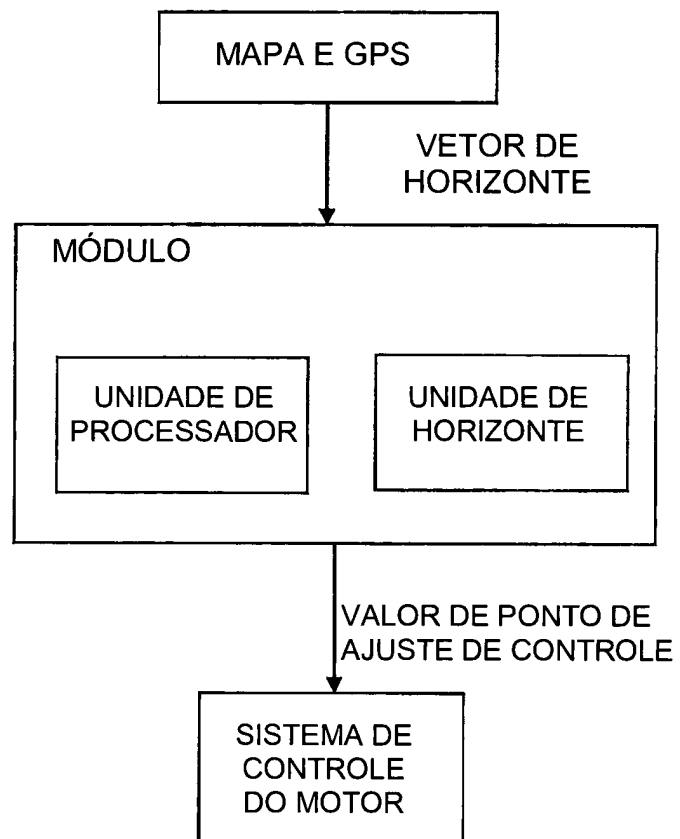


FIG. 1

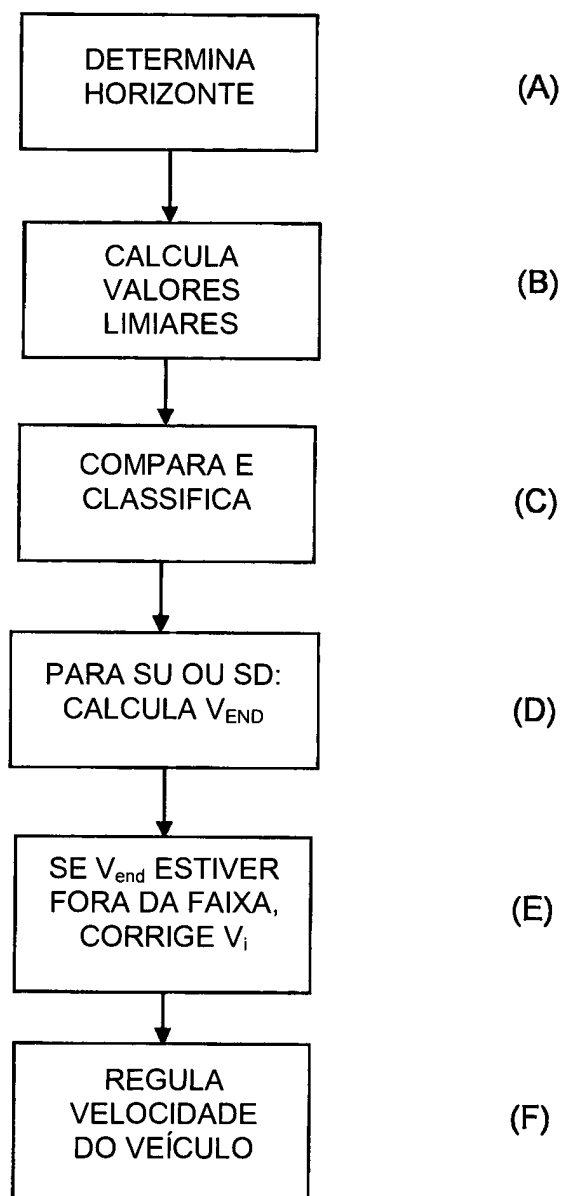


FIG. 2

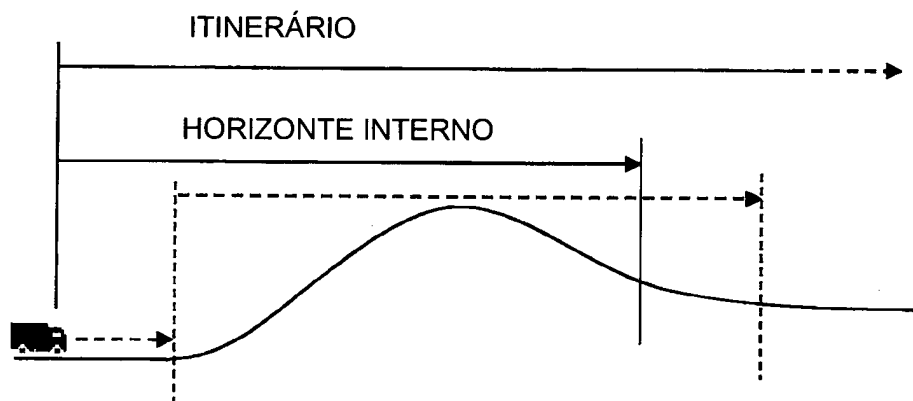


FIG. 3

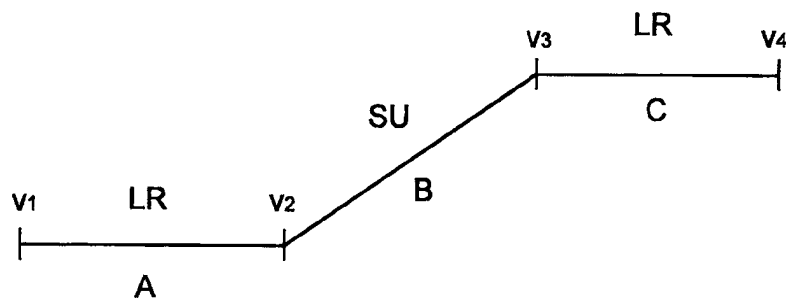


FIG. 4

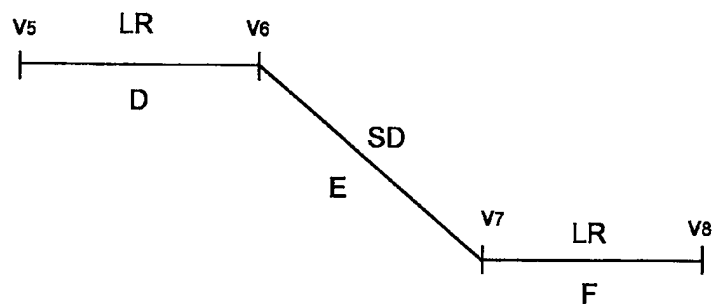


FIG. 5

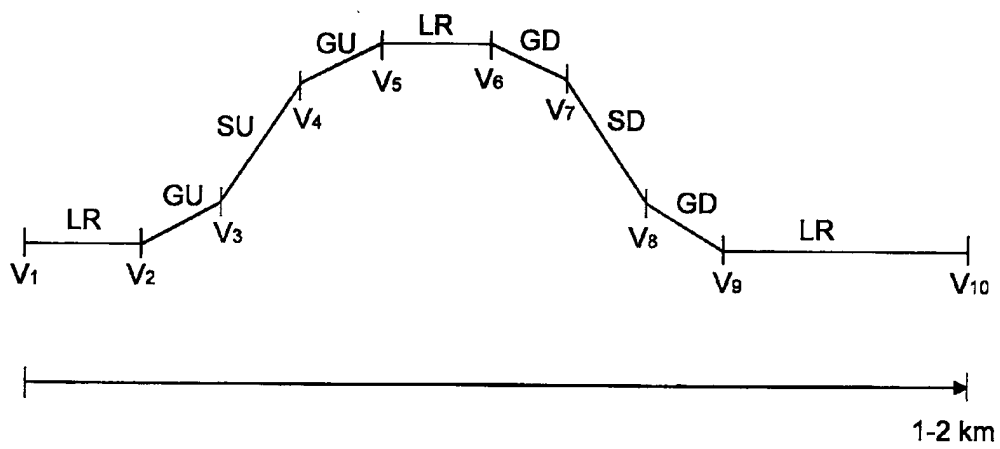


FIG. 6

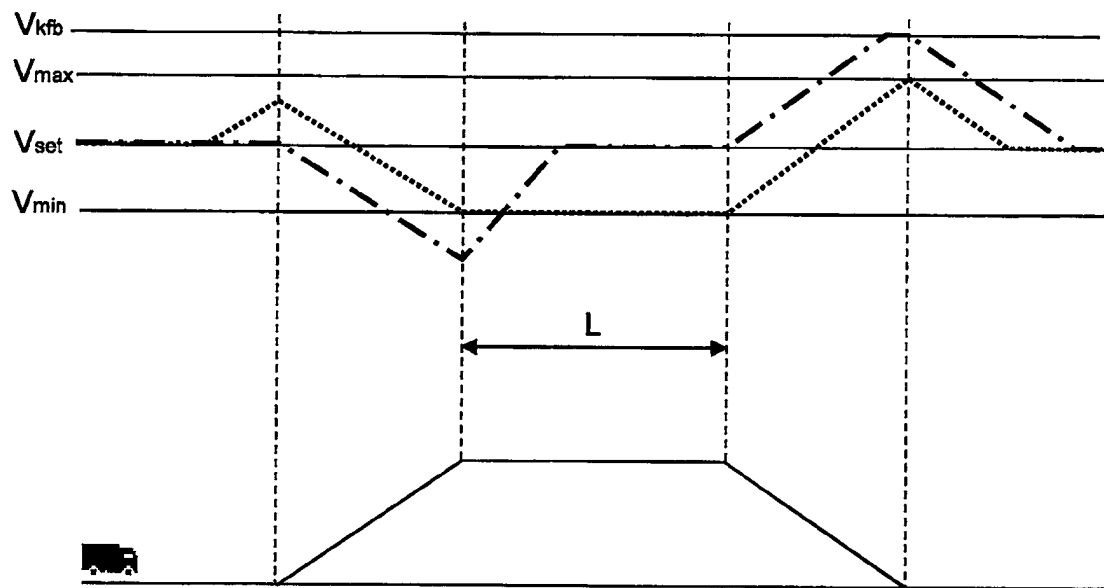


FIG. 7

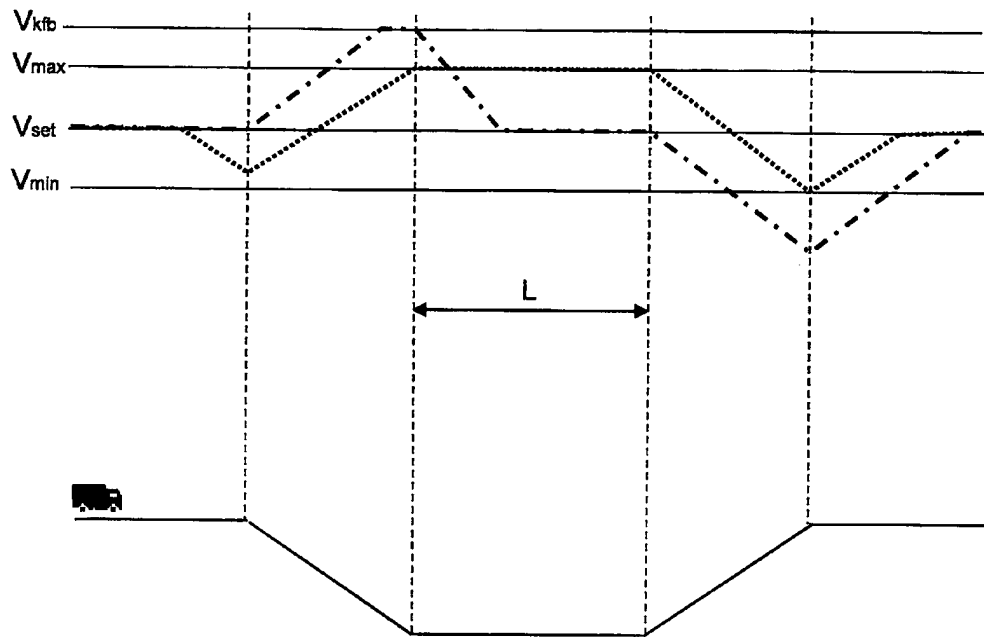


FIG. 8